

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-337817

(43)Date of publication of application : 24.12.1996

(51)Int.Cl.

C21D 8/10

C22C 38/12

C22C 38/16

(21)Application number : 07-143206

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 09.06.1995

(72)Inventor : TOYODA SHUNSUKE
MITSUTSUJI HARUO
OMURA MASAKI

(54) PRODUCTION OF ULTRAHIGH TENSILE STRENGTH ELECTRIC RESISTANCE WELDED TUBE EXCELLENT IN HYDROGEN DELAYED CRACKING RESISTANCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce an ultrahigh tensile strength electric resistance welded tube for structural purpose excellent in hydrogen delayed cracking resistance and used for automobile impact beams or the like at a low cost.

CONSTITUTION: A steel slab having a compsn. contg., by weight, 0.10 to 0.18% C, 0.01 to 0.5% Si, 1.0 to 1.9% Mn and 0.01 to 0.06% Al, and in which the content of P is regulated to $\leq 0.02\%$, S to $\leq 0.003\%$ and N to $\leq 0.005\%$ is soaked at 1150 to 1300° C, and after that, this slab is subjected to hot rolling so as to regulate the finishing temp. to the Ar3 point or above and is coiled at 500 to 700° C to form into a hot rolled steel strip, and the same hot rolled steel strip is subjected to pickling and cold rolling, is thereafter soaked under heating at 800 to 900° C by a continuous annealing furnace and is subsequently subjected to rapid cooling. Moreover, tempering treatment is executed at 150 to 250° C, and the obtd. steel strip is subjected to electric resistance welding and sizing at an edge reducing rate Q satisfying $1000 < Q / (t/D)^2 \leq 3000$ to obtain the ultrahigh tensile strength electric resistance welded tube excellent in hydrogen delayed cracking resistance; where Q(%) : the edge reducing rate (= $[(\text{slit coil width} - \pi \cdot (\text{outer diameter} - \text{sheet thickness})) / \pi \cdot (\text{outer diameter} - \text{sheet thickness})] \times 100$), t(mm) : sheet thickness and D(mm) : outer diameter.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-337817

(43)公開日 平成8年(1996)12月24日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/10		9270-4K	C 2 1 D 8/10	C
C 2 2 C 38/12			C 2 2 C 38/12	
38/16			38/16	

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平7-143206	(71)出願人	000004123 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
(22)出願日	平成7年(1995)6月9日	(72)発明者	豊田 俊介 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(72)発明者	三辻 晴夫 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(72)発明者	大村 雅紀 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法

(57)【要約】

【構成】重量で、C:0.10~0.18%、Si:0.01~0.5%、Mn:1.0~1.9%、Al:0.01~0.06%を含み、P:0.02%以下、S:0.003%以下、N:0.005%以下である鋼スラブを1150~1300℃で均熱した後、このスラブに対してA_{r3}点以上を仕上温度とする熱間圧延を施し、500~700℃で巻取って熱延鋼帯とし、この熱延鋼帯を酸洗冷圧後、連続焼鈍炉で800~900℃に均熱加熱後急冷し、さらに150~250℃で焼戻し処理を行い、得られた鋼帯を $1000 \leq Q / (t/D)^2 \leq 3000$ を満たす幅絞り率Qで電縫溶接ならびにサイジングし、耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管を得る。ただし、Q(%)：幅絞り率(=[{スリットコイル幅-π(外径-板厚)} / π(外径-板厚)] × 100)、t(mm)：板厚、D(mm)：外径。

【効果】自動車インパクトビームなどに用いられる耐水素遅れ割れ特性に優れた構造用超高張力電縫鋼管を、低コストで製造することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量で、C：0.10～0.18%、Si：0.01～0.5%、Mn：1.0～1.9%、Al：0.01～0.06%を含み、P：0.02%以下、S：0.003%以下、N：0.005%以下である鋼スラブを1150～1300℃で均熱した後、このスラブに対して A_{r3} 点以上を仕上温度とする熱間圧延を施し、500～700℃で巻取って熱延鋼帯とし、この熱延鋼帯を酸洗冷圧後、連続焼鈍炉で800～900℃に均熱加熱後急冷し、さらに150～250℃で焼戻し処理を行い、得られた鋼帯を次式を満たす幅絞り率[Q]で電縫溶接ならびにサイジングし、80～100%焼戻しマルテンサイト+残部フェライト組織よりなる耐水素遅れ割れ特性に優れた引張強度980N・mm²以上の電縫鋼管を得ることを特徴とする耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法。

$$1000 \leq Q \cdot \left((t/D)^2 \right) \leq 3000$$

ただし、

Q(%)：幅絞り率(=「{スリットコイル幅- π (外径-板厚)} \div π (外径-板厚)} $\times 100$)

t(mm)：板厚

D(mm)：外径

【請求項2】 前記鋼スラブは、さらに重量%で0.005～0.02%のNbを含むことを特徴とする請求項1に記載の耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法。

【請求項3】 前記鋼スラブは、さらに重量%で0.05～0.50%のCuを含み、Niが0.10%以下であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は自動車インパクトビームなど、構造用超高張力電縫鋼管の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 これまで、超高張力鋼管に関しては、特開平1-205032号、特開平4-131327号、特開平4-187319号、特開平6-57375号、特開平6-88129号、特開平6-179913号の各公報に開示されたような方法が提案されている。これらの技術は、いずれも所定の化学成分を有する鋼を引張強度980N・mm²以上の高張力鋼帯とした後、電縫溶接し高強度電縫鋼管を得る方法である。

【0003】

【解決しようとする課題】 上記特開平1-205032号、特開平4-131327号、特開平4-187319号、特開平6-57375号、特開平6-88129号、特開平6-179913号の各公報などに示された方法は、造管に伴い残留歪みが存在するため、その実用に際しては水素遅れ割れに対する配慮が必要である。

【0004】 しかし、これまでに示された方法では、水素遅れ割れに対する配慮がなされていないか、あるいはなされていても十分でなく、したがって超高張力鋼管の需要拡大が制限されている。

【0005】 本発明は、水素遅れ割れという従来技術における技術的課題を解決するためになされたものであり、引張強度980N・mm²以上の耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、前記目的を達成するために多くの実験的検討を行った結果、鋼成分の調整、最適鋼帯熱処理条件及び最適造管条件の選定(適正化)により耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造が可能となる知見を得た。

【0007】 本発明はこのような知見に基づいてなされたものであり、第1に、重量で、C：0.10～0.18%、Si：0.01～0.5%、Mn：1.0～1.9%、Al：0.01～0.06%を含み、P：0.02%以下、S：0.003%以下、N：0.005%以下である鋼スラブを1150～1300℃で均熱した後、このスラブに対して A_{r3} 点以上を仕上温度とする熱間圧延を施し、500～700℃で巻取って熱延鋼帯とし、この熱延鋼帯を酸洗冷圧後、連続焼鈍炉で800～900℃に均熱加熱後急冷し、さらに150～250℃で焼戻し処理を行い、得られた鋼帯を次式を満たす幅絞り率[Q]で電縫溶接ならびにサイジングし、80～100%焼戻しマルテンサイト+残部フェライト組織よりなる耐水素遅れ割れ特性に優れた引張強度980N・mm²以上の電縫鋼管を得ることを特徴とする耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法を提供する。

$$1000 \leq Q \cdot \left((t/D)^2 \right) \leq 3000$$

ただし、

Q(%)：幅絞り率(=「{スリットコイル幅- π (外径-板厚)} \div π (外径-板厚)} $\times 100$)

t(mm)：板厚

D(mm)：外径

第2に、上記第1の発明において、前記鋼スラブが、さらに重量%で0.005～0.02%のNbを含むことを特徴とする耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法を提供する。

【0009】 第3に、上記第1の発明または第2の発明において、前記鋼スラブが、さらに重量%で0.05～0.50%のCuを含み、Niが0.10%以下であることを特徴とする耐水素遅れ割れ特性に優れた超高張力電縫鋼管の製造方法を提供する。

【0010】

【作用】 本発明は、鋼の成分組成、熱間圧延及び連続焼鈍炉での熱処理条件、造管条件の各製造因子を総て適正

に制御してはじめて達成されるものであり、以下、本発明について化学成分、熱間圧延条件、連続焼鈍炉での熱処理条件、造管条件について詳細に説明する。

【0011】(1) 化学成分

C: Cは所望のマルテンサイトを生成させ、目標とする強度を確保するために必要な元素である。しかし、含有量が0.10%未満であると目標とする 980N/mm^2 以上の強度が得られず、一方、含有量が0.18%を超えると、引張強度が高くなりすぎるか、あるいは焼戻し時に析出する炭化物サイズが大きくなり、いずれにせよ耐水素遅れ割れ特性が劣化する。したがってCの含有量を0.10~0.18%とする。

【0012】Si: Siは電縫溶接部の健全性を確保するために添加され、その効果はその含有量が0.01~0.5%で発揮されるため、Siの含有量を0.01~0.5%とする。

【0013】Mn: Mnは所望のマルテンサイトを生成させ、目標とする強度を確保するために必要な元素である。しかし、含有量が1.0%未満であると目標とする 980N/mm^2 以上の強度が得られず、一方、含有量が1.9%を超える耐水素遅れ割れ特性が劣化する。したがって、Mnの含有量を1.0~1.9%とする。

【0014】Al: Alは脱酸元素として添加され、また鋼中の不純物として存在するNをAlNとして固定し、耐水素遅れ割れ特性に有効に作用する。しかし、その添加効果は0.01%未満では発揮されず、一方0.06%を超えると介在物の増大により耐水素遅れ割れ特性が劣化する。したがってAlの含有量を0.01~0.06%とする。

【0015】P: Pは耐遅れ破壊特性を劣化させるため、0.02%以下に規制することが必要である。

S: Sは介在物として存在し、耐水素遅れ割れ特性を劣化させるため、0.003%以下に規制することが必要である。

【0016】N: Nが0.005%を超えて含まれると耐水素遅れ割れ特性が低下するため、0.005%以下に規制することが必要である。

Nb: Nbは連続焼鈍炉における加熱時のオーステナイト粒成長を抑制し、マルテンサイトを微細化し、耐水素遅れ割れ特性を向上させる元素である。その添加効果は0.005%以上で認められ、一方0.02%を超えて添加しても添加効果が飽和する。したがって、Nbを添加する場合にはその含有量を0.005~0.02%とする。

【0017】Cu: Cuは鋼管の腐食の進行を抑制し、かつ鋼管中への水素の侵入を抑制し、耐水素遅れ割れ特性を向上させる元素である。その添加効果は0.05%以上で認められ、一方0.50%を超えて添加しても添加効果が飽和する。したがって、Cuを添加する場合にはその含有量を0.05~0.50%とする。

【0018】図1にCu添加量と割れ発生限界付加歪み($\Delta\epsilon$)の変化量との関係を示す。この図から、Cu添加によって割れ発生限界付加歪み($\Delta\epsilon$)が増大し、水素遅れ割れが抑制されることが理解される。

【0019】Ni: Niは鑄造偏析によって局所的な腐食を助長し、耐水素遅れ割れ特性を低下させるため添加しないことが望ましい。しかし、熱延時のCu疵を回避するためにやむなく添加する場合には、含有量を耐水素遅れ割れ特性の低下が著しくない0.10%以下とする。

【0020】図2にNi添加量と割れ発生限界付加歪み($\Delta\epsilon$)の変化量との関係を示す。この図から、Ni添加によって割れ発生限界付加歪み($\Delta\epsilon$)が減少し、水素遅れ割れが助長されることが理解される。

【0021】(2) 熱延条件

a. スラブ加熱温度

スラブ加熱温度はNbを固溶させるために1150℃以上である必要がある。スラブ加熱温度が1150℃に満たないと、連続焼鈍炉における加熱時にNbが十分なsolute drug 効果を発揮しないため、マルテンサイト組織が微細とはならず、Nb添加による耐水素遅れ割れ特性の向上効果が得られない。一方、操業性の観点からスラブ加熱温度の上限を1300℃とする。

【0022】b. 仕上圧延温度

仕上圧延温度は A_{r3} 点以上である必要がある。仕上圧延温度が A_{r3} 点以下であると、フェライト変態部でのNb炭化物の歪誘起析出により、連続焼鈍炉における加熱時にNbが十分なsolute drug 効果を発揮しないため、マルテンサイト組織が微細とはならず、Nb添加による耐水素遅れ割れ特性の向上効果が得られない。

【0023】c. 巻取温度

巻取温度は500~700℃とする。巻取温度が700℃を超えるとNb炭化物が粗大化し、連続焼鈍炉における加熱時に再固溶せず、十分なsolute drug 効果を発揮しないため、マルテンサイト組織が微細とはならず、Nb添加による耐水素遅れ割れ特性の向上効果が得られない。一方、巻取温度が500℃未満であると熱延鋼帯が硬質化し、操業上問題となる。

【0024】(3) 連続焼鈍炉での熱処理条件

a. 加熱温度

連続焼鈍炉における加熱温度は800~950℃とする。800℃未満では急冷後に十分な量のマルテンサイト量が得られず、目標とする強度が得られない。一方、950℃を越えると加熱時のオーステナイト粒粗大化により、微細なマルテンサイト組織が得られず、耐水素遅れ割れ特性が低下する。

【0025】b. 焼戻し熱処理条件

加熱-急冷により得られた80~100%マルテンサイト+残部フェライト組織とされた鋼帯は、150~250℃の温度範囲で焼戻し処理を行う。焼戻し温度150

℃未満ではマルテンサイト変態歪が残存し、造管後の耐水素割れ性が低下する。一方、焼戻し温度が250℃を超えると、焼戻しに伴い析出するセメンタイト相が粗大となり、耐遅れ破壊特性が低下する。

(1) 造管条件

電縫溶接—サイジングの造管工程における幅絞り、鋼管の耐水素遅れ割れ特性を良好にせしめるための重要な要件であり、このためには幅絞り率 Q を次式で示される範囲内に制御した上で造管を行う。

【0026】 $1000 \leq Q < (t/D)^2 \leq 3000$
ただし、

$Q(\%)$: 幅絞り率 (= [{スリットコイル幅 - π (外径 - 板厚) } / π (外径 - 板厚)] $\times 100$)

t (mm) : 板厚

D (mm) : 外径

図3に $Q < (t/D)^2$ と割れ発生限界付加歪みの関係を示す。本発明者らは造管条件と耐水素遅れ割れ特性に関する多くの実験的検討を行った結果、図3に示すように、鋼管の割れ発生限界付加歪みは幅絞り率 Q が $1000 (t/D)^2 \sim 3000 (t/D)^2$ の間でピークを持ち、幅絞り率をこの範囲に制御することで優れた耐水素遅れ割れ特性を有する鋼管が得られることを見出した。この適性幅絞り率は製品(板厚/外径)比により異なり、優れた耐水素遅れ割れ特性を有する鋼管を得るためには(板厚/外径)比ごとに異なる幅絞り率をとる必要がある。

【0027】鋼管の耐水素遅れ割れ特性が、幅絞り率 $Q = 1000 (t/D)^2 \sim 3000 (t/D)^2$ の間でピークを持つ理由は次のように考えられる。すなわち、

$$4 \cdot 10^6 \cdot t \cdot \delta$$

$$\Delta \varepsilon = \frac{\pi \cdot D \cdot (D - t)}{4 \cdot 10^6 \cdot t \cdot \delta}$$

ただし、

t : 板厚

D : 切出し前の外径

δ : [切出し前の外径] - [付加歪み付加後の外径]

【0032】

【表1】

(wt%)

鋼	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Cu	Ni	N	Ar3	
A	0.14	0.38	1.28	0.01	0.001	0.03	0.015	tr	tr	0.003	790	発明材
B	0.15	0.47	1.51	0.01	0.003	0.04	tr	tr	tr	0.003	780	
C	0.15	0.39	1.78	0.01	0.002	0.03	0.015	tr	tr	0.004	770	
D	0.17	0.40	1.81	0.01	0.002	0.03	0.013	tr	tr	0.003	760	
E	0.17	0.41	1.83	0.01	0.002	0.03	0.013	0.20	tr	0.003	760	
F	0.23	0.41	1.90	0.01	0.002	0.03	tr	tr	tr	0.004	750	比較材

【0033】

【表2】

幅絞り率が $1000 (t/D)^2$ に満たない場合には、鋼管の最大残留歪みが増大し、鋼管の耐水素遅れ割れ特性が劣化する。逆に、幅絞り率が $3000 (t/D)^2$ を越える場合には、造管にともない造管圧延集合組織が形成され、鋼管の耐水素遅れ割れ感受性が高まり鋼管の耐水素遅れ割れ特性が劣化する。

【0028】以上のような方法によって80～100%焼戻しマルテンサイト+残部フェライト組織を形成することにより、耐水素遅れ割れ特性に優れた引張強度980 N/mm²以上の電縫鋼管が製造される。

【0029】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】表1に示す6種の鋼を溶製し、表2に示すように本発明で規定した熱延条件、連続焼鈍炉における熱処理条件、造管条件にて $\phi 31.8$ mm \times $\phi 1.6$ mmの電縫鋼管に造管した。

【0030】これらの鋼管の引張強度、三点曲げ最大荷重を測定するとともに、耐水素遅れ割れ試験を実施した。三点曲げ試験は押し金具半径=152mm、支持スパン=600mmで行った。耐水素遅れ割れ試験は、鋼管より幅20mmのC—リング試験片を切出し、切出し前の外径までボルト締めを行い鋼管の残留歪み相当の歪みを加えた後、さらに以下の数1で示される式で計算される付加歪み($\Delta \varepsilon$)を加えて0.1N塩酸中に200時間浸漬し割れ発生有無を調べ、割れ発生限界付加歪みを耐水素遅れ割れ特性の指標とした。結果を表3に示す。

【0031】

【数1】

鋼 番 号	Ar3 (℃)	熱延条件			連続焼鈍炉 熱処理条件		造管条件				ミクロ組織 747.4(%) 分率 (%)	
		加熱 温度 (℃)	仕上 温度 (℃)	巻取 温度 (℃)	加熱 温度 (℃)	焼戻し 温度 (℃)	板厚 t (mm)	外径 D (mm)	幅絞 り率 Q(%)	Q/(t/D) ²		
		(℃)	(℃)	(℃)	(℃)	(℃)	(mm)	(mm)	Q(%)	Q/(t/D) ²		
A	1	790	1170	850	630	870	1.6	31.8	4.9	1940	85	発明例
B	2	780	1240	860	600	860	1.6	31.8	4.9	1940	100	
C	3	770	1230	840	580	850	1.6	31.8	4.9	1940	100	
D	4	750	1140	860	620	860	1.6	31.8	4.9	1940	100	
E	5	750	1250	870	570	860	1.6	31.8	4.9	1940	100	
F	6	750	1250	860	610	880	1.6	31.8	4.9	1940	100	比較例

【0034】

【表3】

鋼 番 号	引張特性 IS (MPa)	三点曲げ特性 最大荷重 (kN)	耐水素遅れ割れ特性 割れ発生限界付加 歪み、 $\Delta \epsilon$ (μ)		
A	1	1080	10.8	1900	発明例
B	2	1370	13.9	1430	
C	3	1410	14.2	1900	
D	4	1520	15.4	1900	
E	5	1530	15.6	2860	
F	6	1720	17.5	0	比較例

【0035】表3から理解されるように、本発明で規定する組成を満足する鋼A～Eは比較鋼Fに比べ、割れ発生限界歪みが高く、優れた耐水素遅れ割れ特性を示すことが確認された。

【0036】（実施例2）前記した鋼A～Dを用いて表4に示すような熱延条件、連続焼鈍炉における熱処理条件、造管条件、（板厚/外径）比を種々変化させて電縫鋼管に造管した。これらの機械特性、耐水素遅れ割れ試験結果を表5に示す。

【0037】

【表4】

鋼 番 号	Ar3 (℃)	熱延条件			連続焼鈍炉 熱処理条件		造管条件				ミクロ組織 747.4(%) 分率 (%)	
		加熱 温度 (℃)	仕上 温度 (℃)	巻取 温度 (℃)	加熱 温度 (℃)	焼戻し 温度 (℃)	板厚 t (mm)	外径 D (mm)	幅絞 り率 Q(%)	Q/(t/D) ²		
		(℃)	(℃)	(℃)	(℃)	(℃)	(mm)	(mm)	Q(%)	Q/(t/D) ²		
A	7	1230	830	600	870	200	1.6	31.8	4.0	1580	90	発明例
	8	1200	870	580	890	220	2.0	31.8	5.8	1470	90	
	9	1100	740	580	870	210	2.0	31.8	4.0	1010	85	比較例
	10	1180	850	600	720	200	2.0	31.8	4.0	1010	40	
B	11	1190	860	570	810	190	1.6	38.1	1.8	1020	85	発明例
	12	1260	880	610	870	180	1.8	31.8	5.2	1620	100	
	13	1200	840	630	880	200	2.0	31.8	7.8	1970	100	
	14	1200	820	590	860	220	1.6	31.8	7.8	3080	100	比較例
	15	1190	830	620	980	220	2.0	31.8	5.8	1470	100	
C	16	1250	860	600	880	240	1.6	31.8	4.0	1580	100	発明例
	17	1240	850	590	850	230	2.0	31.8	5.8	1470	100	
	18	1160	880	720	850	210	2.0	31.8	4.0	1010	100	比較例
	19	1210	840	550	860	200	2.0	31.8	3.6	910	100	
D	20	1200	830	580	880	190	1.6	38.1	4.9	2780	100	発明例
	21	1200	850	570	850	210	1.6	31.8	6.0	2370	100	
	22	1240	870	600	870	200	1.8	38.1	3.6	1510	100	
	23	1260	850	610	870	180	1.8	31.8	5.2	1520	100	
	24	1230	860	590	840	230	2.0	31.8	1.8	460	100	比較例
	25	1200	860	590	850	300	2.0	31.8	5.8	1470	100	
	26	1190	850	590	860	100	2.0	31.8	5.8	1470	100	

【0038】

【表5】

鋼	番号	引張特性 IS (NPa)	三点曲げ特性 最大荷重 (kN)	耐水素遅れ割れ特性 割れ発生限界付加 歪み $\Delta\epsilon$	
A	7	1100	11.0	1900	発明例
	8	1120	13.6	1900	
	9	1050	12.9	950	比較例
	10	820	9.8	1900	
B	11	1150	17.0	1900	発明例
	12	1340	14.7	1430	
	13	1360	16.8	1430	
	14	1390	14.2	950	比較例
	15	1370	16.6	950	
C	16	1380	22.1	1900	発明例
	17	1430	17.3	1900	
	18	1400	24.3	950	比較例
	19	1470	17.9	950	
D	20	1520	15.4	1900	発明例
	21	1500	15.1	1900	
	22	1480	16.4	1900	
	23	1530	16.9	1900	
	24	1510	18.4	950	比較例
	25	1430	17.6	480	
	26	1500	18.2	480	

【0039】表5から理解されるように、熱延条件、連続焼鈍法における熱処理条件、造管条件が本発明で規定した条件を満たしている実施例の電縫鋼管は、引張強度が 980 N/mm^2 以上でかつ割れ発生限界歪みが高く、優れた耐水素遅れ割れ特性を有することが確認された。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、自動車インパクトビームなどに用いられる引張強度 980 N/mm^2 以上の耐水素遅れ割れ特性に優れた構造用超高張力電縫鋼管を、低コストで製造することができる。

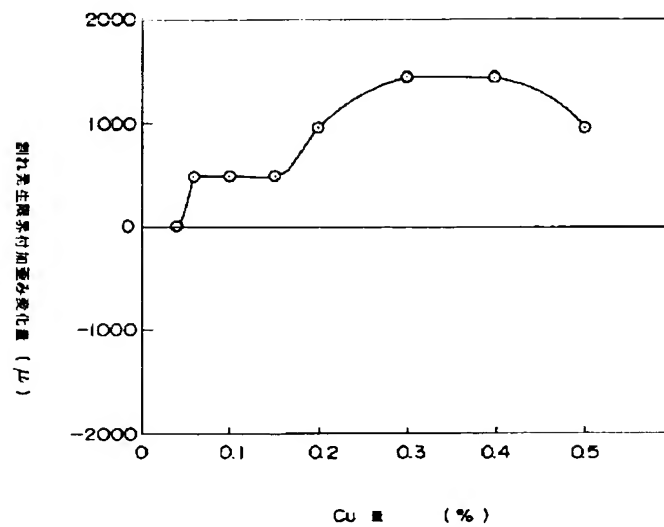
【図面の簡単な説明】

【図1】Cu添加量と割れ発生限界付加歪み変化量との関係を示す図。

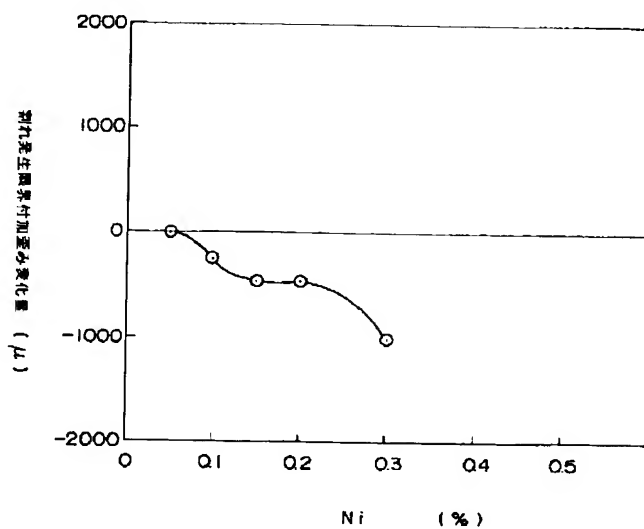
【図2】Ni添加量と割れ発生限界付加歪み変化量との関係を示す図。

【図3】 $Q_{\text{H}}/(t/D)^2$ と割れ発生限界付加歪みとの関係を示す図。

【図1】



【図2】



【図3】

